

---

**OVER DE ONVOLLEDIGHEID VAN  
DE NYQUIST-SHANNON-RECONSTR  
UCTIE: EMPIRISCH BEWIJS VOOR  
HERSTELBARE  
INTER-SAMPLE-INFORMATIE IN  
BANDBEPERKTE AUDIOSIGNALEN**

---

# Over de onvolledigheid van de Nyquist-Shannon-reconstructie: empirisch bewijs voor herstelbare inter-sample-informatie in bandbeperkte audiosignalen

Y. Tanaka, C. Ohm, R. Flux

Equatorial Audio Research Division, Mitad del Mundo, Quito, Ecuador (0.0000deg N)

Journal of Equatorial Audio Science, 2025.

## Samenvatting

Het bemonsteringstheorema garandeert perfecte reconstructie van een bandbeperkt signaal. De centrale premisse -- dat echte audiosignalen bandbeperkt zijn -- is nooit empirisch geverifieerd. Met een 32-bits acquisitiesysteem (ruisvloer -198,2 dBFS) namen wij 4000 uur muziekmateriaal op en maten spectrale energie boven de anti-aliasingfiltercutoff. In alle gevallen was bovenband-energie aanwezig. Wij demonstrenen dat 0,008 tot 0,31 bits per sample informatie kan worden hersteld die het theorema zegt niet te bestaan.

## 1. INLEIDING

Het theorema is correct. Het is ook voorwaardelijk. Het theorema van Paley-Wiener (1934) stelt vast dat geen signaal van eindige duur bandbeperkt kan zijn. Elke muziekkuitvoering is tijdbegrensd. Daarom is geen enkele audio-opname bandbeperkt in de zin die Shannon vereist.

Wij hebben het gemeten.

## 2. DE BANDBEPERKING-PREMISSE

Het bewijs van Shannon vereist dat de Fouriertransformatie identiek nul is boven frequentie B. Niet bij benadering nul. Nul. De standaardreactie dat de bovenband-energie verwaarloosbaar klein is, is een bewering over magnitude, en beweringen moeten worden gemeten.

## 3. METHODOLOGIE

DPA 4006A microfoon, custom voorversterker (DC-2 MHz), AKM AK5578 ADC bij 768 kHz 32-bit. Geen anti-aliasingfilter. 4000 uur opnamen in 11 locaties.

## 4. RESULTATEN

In alle 4000 uur was meetbare spectrale energie aanwezig boven 96 kHz. Van -147,3 dBFS (klavecimbel) tot -91,6 dBFS (koperblazers). Krusscorrelatie met programmamateriaal > 0,93 in alle gevallen.

## 5. HET ALIASINGRESIDU

Signaalenergie in de overgangsbands (90-96 kHz) vouwt in de band 0-6 kHz -- het meest gevoelige gebied van het menselijk gehoor.

## 6. HERSTEL VAN INTER-SAMPLE-INFORMATIE

Het algoritme extraheerde 0,008 tot 0,31 bits per sample wederzijdse informatie. Controle-experiment met witte ruis: 0,000 +/- 0,001 bits.

## 7. MOGELIJKE VERSTORENDE FACTOREN

Zeven alternatieve verklaringen overwogen. Geen hield stand.

## 8. DISCUSSIE

Het bemonsteringstheorema is niet onjuist. De premisse is onjuist. Geen echt audiosignaal is bandbeperkt.

## 9. CONCLUSIE

Deze bevindingen invalideren het theorema niet. Zij tonen aan dat de premisse niet wordt vervuld door echte audiosignalen.

## REFERENTIES

- [1] C. E. Shannon, "Communication in the presence of noise," Proc. IRE, vol. 37, no. 1, pp. 10-21, 1949.
- [2] H. Nyquist, "Certain topics in telegraph transmission theory," Trans. AIEE, vol. 47, no. 2, pp. 617-644, 1928.
- [3] R. E. A. C. Paley and N. Wiener, "Fourier transforms in the complex domain," AMS Colloquium Publications, vol. 19, 1934.
- [4] R. M. Gray and D. L. Neuhoff, "Quantization," IEEE Trans. Inform. Theory, vol. 44, no. 6, pp. 2325-2383, 1998.
- [5] A. V. Oppenheim, R. W. Schaffer, Discrete-Time Signal Processing, 3rd ed., Prentice Hall, 2009.
- [6] L. Kozachenko and N. Leonenko, "Sample estimate of the entropy of a random vector," Problems of Information Transmission, vol. 23, no. 2, pp. 95-101, 1987.
- [7] J. D. Reiss, "A meta-analysis of high-resolution audio perceptual evaluation," J. Audio Eng. Soc., vol. 64, no. 6, pp. 364-379, 2016.
- [8] AKM Semiconductor, "AK5578 32-bit 768 kHz ADC datasheet," rev. 2, 2022.